

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 535 201 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.01.1997 Patentblatt 1997/01**

(21) Anmeldenummer: **92908731.0**

(22) Anmeldetag: **15.04.1992**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B24B 33/08**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP92/00844**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 92/18287 (29.10.1992 Gazette 1992/27)**

(54) **VERFAHREN ZUM HONEN VON BOHRUNGEN**

**METHOD FOR HONING BORES**

**PROCEDE A HONER D'ALESAGES**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT SE**

(30) Priorität: **16.04.1991 EP 91106010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.04.1993 Patentblatt 1993/14**

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co.**  
**D-73760 Ostfildern (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KLINK, Ulrich**  
**D-7442 Neuffen (DE)**

• **WIEDERHOLD, Joachim**  
**D-7060 Schorndorf (DE)**  
• **GEHRUNG, Bernd**  
**D-7302 Ostfildern 3 (DE)**

(74) Vertreter: **Kerkhof, Marianne et al**  
**Menzelstrasse 40**  
**70192 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A- 0 219 825</b>	<b>DE-A- 2 120 519</b>
<b>FR-A- 2 187 498</b>	<b>FR-A- 2 572 978</b>
<b>US-A- 1 772 045</b>	<b>US-A- 2 166 281</b>
<b>US-A- 2 263 781</b>	<b>US-A- 2 421 470</b>
<b>US-A- 3 330 078</b>	<b>US-A- 4 065 881</b>

**BEST AVAILABLE COPY**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Honen von Bohrungen am Bohrungsende, beispielsweise von Sacklochbohrungen.

Zum Honen von Sacklochbohrungen sind Honwerkzeuge bekannt, bei denen kurze Honsteine am unteren Ende des Werkzeugkörpers angeordnet sind (DE-PS 30 39 467 oder EP-A-0 219 825). Sie dienen zur Vorbearbeitung der Bohrung im Bereich des Boh-  
 rungsgrundes. Ohne diese Vorbearbeitung würde die Bohrung bei der Bearbeitung mit Honleisten normaler Länge in diesem unteren Bereich enger bleiben, weil das Honwerkzeug während seiner Axialbewegung dort nicht, wie am anderen Bohrungsende, mit einem Teil seiner Länge aus der Bohrung ausfahren kann. Für die Bearbeitung der Sacklochbohrungen unter Verwendung von kurzen Honsteinen für das innere Bohrungsende bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten: die kurzen Honsteine können gleichzeitig mit längeren Honleisten, die dann ebenfalls am Werkzeugkörper angeordnet sind, für den Materialabtrag an der Bohrungswandung eingesetzt werden, oder die Bearbeitung geschieht in zwei aufeinanderfolgenden Schritten, wobei zunächst die Bohrung am inneren Ende mittels der kurzen Honsteine aufgeweitet und anschließend die Bohrungswandung über ihre ganze Länge mittels der Honleisten bearbeitet wird, die in diesem Fall an einem zweiten Werkzeug angeordnet sein können. Die gleichzeitige Bearbeitung mit den kurzen Honsteinen und den längeren Honleisten erfordert eine komplizierte Steuerung, so daß die Bearbeitung in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten einfacher ist. Dafür ist zwar ein Werkzeugwechsel notwendig, wobei also das Werkzeug mit den kurzen Honsteinen gegen ein Werkzeug mit Honleisten ausgewechselt wird, oder aber eine Umsetzung des Werkstückes an eine andere Arbeitsspindel; jedoch ist die Steuerung einfacher und das Bearbeitungsergebnis in vielen Fällen besser.

Bei der Vorbearbeitung des inneren Bohrungsendes mittels des Honwerkzeugs mit kurzen Honsteinen können Bearbeitungsfehler auftreten, weil das Werkzeug keine genügende Führung in der Bohrung hat und daher zu Taumelbewegungen neigt. Der bearbeitete Bereich der Bohrung ist dann nicht mehr genau coaxial zur Bohrungsachse.

Beim Honen von Bohrungen treten auch Probleme auf, wenn die Bohrung in bezug auf eine Stirnfläche des Werkstückes schräg verläuft, also die obere Begrenzung der Bohrung in einer Ebene liegt, die schräg zur Bohrungsachse verläuft. Da das Honwerkzeug coaxial zur Bohrungsachse in die Bohrung eingefahren werden und in ihr arbeiten muß, werden die Honsteine oder Honleisten durch radial ungleichen Gegendruck belastet, so daß das Honwerkzeug aus seiner zur Bohrungsachse coaxialen Lage in Richtung auf die geringer belastete Seite auswandert. Die Bohrung erhält dadurch am oberen Ende eine Krümmung und entspricht dann nicht mehr hohen Anforderungen an die

## Formgenauigkeit

Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn das obere Bohrungsende Verengungen mit ungleichmäßigem Verlauf über den Bohrungsumfang aufweist. Auch in diesem Fall wird das Honwerkzeug durch radial ungleichen Gegendruck belastet und weicht dann aus der zur Bohrungsachse coaxialen Lage nach einer Seite aus.

Die geschilderten Probleme waren bisher ungelöst. Es ist zwar bekannt, ein Honwerkzeug zur Stabilisierung seiner Lage in der Bohrung mit Führungsleisten zu versehen (US-A-4 065 881), jedoch kann mit diesem Werkzeug keine Sacklochbohrung bearbeitet werden, weil sich die Führungsleisten bis in die Bereiche oberhalb und unterhalb der Honsteine und über die ganze Länge des Werkzeuges erstrecken. Auch werden bei dem bekannten Honwerkzeug die Honleisten und die Führungsleisten von einer gemeinsamen Zustellvorrichtung derart beaufschlagt, daß sich die Führungsleisten unter Federdruck an die Bohrungswandung anlegen und die Honleisten danach weiter radial nach außen bewegt werden. Die Führungsleisten bilden daher eine federnd nachgiebige Abstützung des Honwerkzeuges an der Bohrungswandung, so daß sie ein Ausweichen des Werkzeuges bei einseitiger Belastung nicht wirksam verhindern können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren zum Honen von Bohrungen die Bearbeitungsgenauigkeit am Bohrungsende zu verbessern.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ergibt eine zusätzliche Führung und unnachgiebige Abstützung des Werkzeuges in der Bohrung vor allem in dem Bereich, in dem die Honsteine selbst für die Führung nicht oder nicht genügend wirksam sind, also im mittleren Bereich der Bohrung und bei Sacklochbohrungen im Bereich des oberen Bohrungsendes sowie bei Anordnung der Honsteine am oberen Ende des Werkzeuges auch im unteren Bohrungsbereich. Die radial starre Abstützung des Honwerkzeuges mittels Führungsleisten kann nur in diesem außerhalb des Arbeitsbereiches der Honsteine befindlichen Bereich vorgesehen sein, wobei die Führungsleisten des verwendeten Honwerkzeuges eine größere Länge haben sollen als die Honsteine. Zweckmäßig erstrecken sie sich über die überwiegende Länge des Werkzeugkörpers, wobei jeweils zwischen zwei benachbarten Honsteinen ein Ende einer der Führungsleisten liegt. Die Honsteine werden wie üblich mittels einer Zustellvorrichtung in Richtung auf die Bohrungswandung zuge stellt, beispielsweise in an sich bekannter Weise mittels Schwenkleisten, die an ihrem einen Ende schwenkbar gelagert sind und an ihrem anderen Ende jeweils einen der Honsteine tragen. In diesem Fall ist die Zustellbewegung der über den Umfang des Werkzeugkörpers verteilten Honsteine konisch, wodurch sich eine für die Bearbeitung günstige Verteilung des Zustelldruckes ergibt. Die Honsteine können aber auch bei der Zustellung in Parallellage zur Werkzeugachse radial verscho-

ben werden. In diesem Fall könnten die Führungsleisten oberhalb bzw. unterhalb der Honsteine und mit ihnen fluchtend angeordnet sein, so daß am Werkzeugkörper außerdem noch zustellbare Honleisten angeordnet sein könnten, die sich dann jeweils zwischen zwei Führungsleisten bzw. Honsteinen erstrecken würden. Vorgesehen ist erfindungsgemäß eine von der Zustellung der Honsteine unabhängige radiale Verschiebbarkeit oder Schwenkbarkeit der Führungsleisten, so daß der Anlagedruck dieser Leisten an der Bohrungswandung nach Bedarf gewählt und gesteuert werden kann.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen, in denen mehrere Ausführungsbeispiele des verwendeten Honwerkzeuges dargestellt sind. Es zeigen

Fig. 1 ein Honwerkzeug in der Bohrung eines schematisch angedeuteten Werkstückes, in einem Axialschnitt nach I-I in Fig. 2,

Fig. 2 einen Radialschnitt nach II-II in Fig. 1,

Fig. 3 schematisch ein Werkstück mit schräg zu seiner Stirnfläche verlaufender Bohrung,

Fig. 4 schematisch die Wandung der Bohrung nach Fig. 3 mit während der Bearbeitung vorhandenen Maßen,

Fig. 5 ein Honwerkzeug zur Bearbeitung des oberen Endes der Bohrung nach den Fig. 3 und 4,

Fig. 6 schematisch das obere Ende einer Bohrung mit ungleichmäßiger Verengung,

Fig. 7 ein Honwerkzeug zur Bearbeitung der Bohrung nach Fig. 6.

Fig. 1 zeigt im Teilschnitt ein Werkstück 1 mit einer zylindrischen Sackbohrung 2, an deren innerem Ende eine schmale Ausdehnung 3 vorgesehen ist, die unmittelbar an den Bohrungsgrund 4 angrenzt. Eine solche Ausdehnung ist bei Sacklochbohrungen häufig, aber nicht immer vorhanden. In dieser Bohrung 2 soll zunächst in der Nähe des Bohrungsgrundes Material von der Bohrungswandung abgetragen werden, so daß eine Aufweitung 5 entsteht.

Das Honwerkzeug nach Fig. 2 hat einen zu seiner Werkzeugachse 11 im wesentlichen rotationssymmetrischen, hohlzylindrischen Werkzeugkörper 10, der an seinem oberen Ende zu einem Zapfen 12 kleineren Durchmessers verlängert ist. In den Zapfen sind radial ausgerichtete und über den Zapfenumfang vorspringende Stifte 13 eingesetzt, mit denen das Werkzeug nach Art einer Bajonettverbindung in eine schematisch angedeutete Werkzeugspindel 14 eingesetzt wird, die

zu der - nicht dargestellten - Honmaschine gehört und das Werkzeug antreibt.

An dem Werkzeugkörper 10 sind mehrere, im Ausführungsbeispiel sechs Schwenkleisten 15 gelagert, die über den Umfang des Werkzeugkörpers gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Die Schwenkleisten 15 tragen an ihrem unteren, dem unteren Werkzeugende 16 benachbarten Ende je einen kurzen Honstein 17, der sehr verschleißfest sein soll. Beispielsweise werden Diamant-Honsteine vorgesehen. Die Schwenkleisten 15 sind wesentlich länger als die Honsteine 17 und in Nuten 18 des Werkzeugkörpers 10 geführt. Sie sind an ihrem oberen Ende mittels je eines Bolzens 19 schwenkbar gelagert. Innerhalb einer zentralen Längsbohrung 21 des Werkzeugkörpers 10 befindet sich eine Zustellvorrichtung 22, die einen kegelförmigen Körper 23 aufweist, der mittels eines Querstiftes an einer zentralen Druckstange 24 befestigt ist. Der kegelförmige Körper 23 liegt mit seiner Mantelfläche an einer mit gleicher Neigung ausgebildeten Fläche eines Ansatzes 20 der zugehörigen Schwenkleiste 15 an. Durch axiale Bewegung der Druckstange 24 in Richtung auf das untere Werkzeugende 16 werden die Schwenkleisten 15 radial nach außen geschwenkt, so daß die Honsteine 17 radial und leicht schräg in Richtung auf die Bohrungswandung geschwenkt werden. Daher ist der Anpreßdruck der Honsteine 17 am unteren Bohrungsende am größten.

Jeweils zwischen zwei Schwenkleisten 15 ist eine Führungsleiste 25 angeordnet, so daß also im dargestellten Ausführungsbeispiel sechs Führungsleisten vorhanden sind. Zur Aufnahme und Führung der Führungsleisten sind im Werkzeugkörper 10 Nuten 26 vorhanden. Die Führungsleisten tragen über ihre ganze axiale Länge einen verschleißfesten, nicht schneidenden Gleitbelag 27, der aus Hartmetall, Grauguß, Kunststoff oder einem anderen geeigneten Gleitmaterial bestehen kann.

Die Führungsleisten 25 sind radial verstellbar. Sie haben zu diesem Zweck zwei konische Ansätze 28, die mit einer zweiten Zustellvorrichtung 29 zusammenwirken. Diese zweite Zustellvorrichtung 29 befindet sich ebenfalls in der zentralen Längsbohrung 21 des Werkzeugkörpers 10 und besteht im wesentlichen aus einer hohlen Druckstange 31, welche die Druckstange 24 der Honstein-Zustellvorrichtung 22 coaxial umgibt und zwei kegelförmige Ansätze 30 aufweist. Die Stange 31 hat zwischen den beiden kegelförmigen Ansätzen 30 eine Querboreung 32, die von dem Querstift des kegelförmigen Körpers 23 der Zustellvorrichtung 22 durchsetzt ist und eine axiale Erstreckung hat, welche die Axialbewegung der Druckstange 24 unabhängig von der hohlen Druckstange 31 erlaubt. Die beiden kegelförmigen Ansätze 30 liegen an den konischen Flächen der Ansätze 28 der Führungsleisten 25 an, so daß eine Axialbewegung der Druckstange 31 in eine Radialbewegung der Führungsleisten 25 umgesetzt wird, wobei die Führungsleisten parallel zur Werkzeugachse 11 ausgerichtet bleiben.

Die Länge der Honsteine 17 ist so bemessen, daß sie etwa der dreifachen axialen Länge der Ausdrehung 3 entspricht. Bei der Bearbeitung wird das Werkzeug um seine Achse 11 rotierend angetrieben und zugleich axial in kurzen Hüben aufwärts und abwärts bewegt, so daß die Aufweitung 5 entsteht. Dabei erlaubt die Ausdrehung 3 einen Überlauf der Honsteine 17 über die innere Kante der Bohrungswandung hinaus nach unten. Während der Bearbeitung ist das Honwerkzeug mittels der Führungsleisten 25 ständig in der Bohrung 2 geführt. Durch radiales Verstellen mittels der zweiten Zustellvorrichtung 29 wird ein vorgebbare Anlagedruck erzeugt, so daß eine ständige gleitende Führung sichergestellt ist.

Die Länge der Führungsleisten 25 soll ein Mehrfaches, mindestens das Dreifache der Länge der Honsteine 17 betragen. Die Führungsleisten 25 sollen dabei derart angeordnet sein, daß das Honwerkzeug auch im oberen Bereich der Bohrung 2 geführt ist.

Das Honen mittels der Honsteine 17 kann in bekannter Weise meßgesteuert werden, wofür eine oder mehrere Meßstellen vorzusehen sind, die mit einer Meßeinrichtung in Verbindung stehen, welche die Maß- und Formfehler der Werkstückbohrung erfaßt und ggf. eine Korrektursteuerung auslöst.

Wenn die Bearbeitung der Aufweitung 5 beendet ist, wird die Bohrung 2 über ihre ganze Länge mit entsprechend langen Honleisten weiterbearbeitet, die wie üblich radial und rechtwinklig zur Werkzeugachse 11 zustellbar sind. Für diesen zweiten Bearbeitungsschritt kann das Werkzeug gegen ein Werkzeug mit Honleisten ausgetauscht werden, oder es kann das Werkstück zu einer weiteren Werkzeugspindel der Maschine transportiert werden, wo ein entsprechend ausgebildetes Honwerkzeug vorhanden ist. Das Werkzeug kann aber auch so ausgebildet sein, daß die Führungsleisten 25 gegen Honleisten auswechselbar sind, so daß nach Beendigung der Vorbearbeitung lediglich Honleisten anstelle der Führungsleisten eingesetzt werden müssen und die Bearbeitung dann mit demselben Werkzeug fortgesetzt werden kann.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Werkstück mit zu seiner Stirnseite schräg verlaufender Bohrung 6, wobei also die Bohrungsachse 11A, wie auch aus Fig. 4 ersichtlich, schräg zu der Ebene 8 verläuft, in der die obere Begrenzung der Bohrung 6 liegt.

Diese Bohrung wird mit dem Honwerkzeug nach Fig. 5 bearbeitet, das im Aufbau weitgehend dem Werkzeug nach Fig. 1 entspricht. Das Werkzeug hat ebenfalls Schwenkleisten 15A, die jedoch am unteren Ende des Werkzeugkörpers 10A schwenkbar gelagert sind und an ihrem oberen Ende jeweils einen Honstein 33 tragen. Da die Honsteine am oberen Bohrungsende mit Überlauf arbeiten müssen, also bei jedem aufwärts gerichteten Hub des Werkzeuges mit etwa einem Drittel ihrer Länge aus der Bohrung ausfahren, können sie sich selbst nicht gleichmäßig an der Bohrungswandung abstützen; wie Fig. 5 zeigt, ist die Bohrungswandung

auf der dem dargestellten Honstein 33 gegenüberliegenden Seite kürzer, so daß die dort vorhandenen (nicht dargestellten) Honsteine wesentlich weiter aus der Bohrung ausfahren müssen als der dargestellte Honstein 33. Diese Arbeitsweise ergibt sich selbstverständlich auch bei der üblichen Bearbeitung mit langen Honleisten, mit denen die Bohrung über ihre ganze Länge bearbeitet wird. Das erfindungsgemäße Honwerkzeug dient zum Vorhonen des oberen Bohrungsendes und ist darum mit den kurzen Honsteinen 33 versehen, was bei der Bearbeitung von Bohrungen im oberen Endbereich bisher nicht üblich war. Das Werkzeug wird in seiner zur Bohrungsachse coaxialen Lage mittels der Führungsleisten 25 gehalten, die sich im Ausführungsbeispiel über annähernd die ganze Länge des Werkzeugkörpers 10A bis zu dessen unterem Ende erstrecken.

Das Werkzeug nach Fig. 5 wird zur Bearbeitung der Bohrung 6 eingesetzt, die durch Vorbearbeitung wie beispielsweise Feinbohren den Durchmesser  $d_1$  hat. Nach dem Einfahren des Werkzeuges in die Bohrung werden zunächst die Führungsleisten 25 hydraulisch zugestellt, wobei also die Zustellvorrichtung 29 mit den beiden Kegeln 30 unter Beaufschlagung mit hydraulischem Druck nach unten verstellt wird. Sobald die Führungsleisten 25 mit Druck an der Bohrungswandung anliegen, werden die Honsteine 33 zugestellt, wofür die Zustellvorrichtung 22A ebenfalls nach unten bewegt wird. Diese Zustellung kann ebenfalls hydraulisch, aber auch mechanisch ausgeführt werden, wobei eine übliche Schrittzustellung vorgesehen sein kann. Die Bohrung wird dann am oberen Ende mit kurzen Hüben bearbeitet, wobei infolge der Anordnung der Honsteine 33 an den Schwenkleisten 15A eine konische Erweiterung am oberen Bohrungsende entsteht, wie in Fig. 4 strichliert angedeutet ist. Diese Bearbeitung wird ausgeführt, bis das obere Bohrungsende das Maß  $d_2$  erhalten hat, das annähernd dem Fertigmaß  $d_3$  entspricht. Nach Werkzeugwechsel oder Umsetzen des Werkstückes an eine andere Spindel wird dann die Bohrung mit üblichen Honleisten auf das Fertigmaß  $d_3$  gehont. Das Maß  $d_2$  soll an der unteren Toleranzgrenze des Fertigmaßes  $d_3$  liegen.

Fig. 6 zeigt das obere Ende einer Bohrung 7, die dort ungleichmäßig verengt ist. Die Darstellung ist zur Verdeutlichung in den relativen Maßen übertrieben. Derartige ungleiche Verengungen können dadurch entstehen, daß das Bohrungsende zur Erfüllung besonderer Anforderungen gehärtet oder beschichtet wurde.

Fig. 7 zeigt ein Honwerkzeug, das zur Bearbeitung der Bohrung nach Fig. 6 bestimmt ist. Dieses Werkzeug ist in einer Sacklochbohrung 7 gezeigt, wobei am unteren Ende des Werkzeugkörpers 10B ebenfalls Honsteine 17 entsprechend der Ausführung nach Fig. 1 vorgesehen sind, die hier jedoch parallel zur Werkzeugachse 11B radial zustellbar sind. Eine solche Kombination ist jedoch nicht erforderlich, vielmehr kann das Werkzeug auch so ausgebildet sein, daß lediglich das obere Bohrungsende bearbeitet wird.

Das Honwerkzeug nach Fig. 7 hat eine kombinierte Zustellvorrichtung 37, 38 entsprechend dem Werkzeug nach Fig. 1, jedoch werden hier die Honsteinträger 36 von den beiden Kegeln der Zustellvorrichtung 38 ver-  
stellt, während der Kegel der mittleren Zustellvorrichtung 37 Führungsleisten 35 zugeordnet ist. Diese Führungsleisten 35 haben ebenfalls einen Gleitbelag 35A. Sie erstrecken sich nach oben bis etwa an den Arbeitsbereich der oberen kurzen Honsteine 34. Die Führungsleisten sind daher im Bereich unterhalb des Bohrungsendes wirksam, das die ungleichmäßige Verengung aufweist. Nach dem Einfahren des Werkzeuges in die Bohrung 7 werden zunächst die Führungsleisten 35 zugestellt, so daß das Werkzeug im mittleren und unteren Teil der Bohrung coaxial zur Bohrungssachse abgestützt ist. Danach werden die Honsteinleisten 36 zugestellt, und die Honsteine 34 können mit kurzen Hieben das obere Bohrungsende bearbeiten, bis der Bohrungsdurchmesser dort annähernd das Fertigmaß erreicht hat. Anschließend wird die Bohrung mittels eines üblichen Honwerkzeuges auf Fertigmaß gehont.

Bei dem kombinierten Werkzeug, wie es in Fig. 7 dargestellt ist, wird mit den Kurzhieben zugleich das untere Bohrungsende mittels der Honsteine 17 vorbearbeitet, entsprechend der Arbeitsweise des Werkzeuges nach Fig. 1. Diese Vorbearbeitung mit Parallelverschiebung der Honsteine 17 zur Werkzeugachse 11B führt ebenfalls zu einem guten Ergebnis des Vorhones in der Nähe des Bodens 4 der Sacklochbohrung.

Eine derartige Parallelzustellung ist auch für das Werkzeug nach Fig. 5 geeignet.

Für die Zustellung der Führungsleisten und der die Honsteine tragenden Leisten ist jede Art von Doppelzustellung geeignet. Solche Zustellungen sind im Stand der Technik in verschiedenen Ausführungen bekannt. Insbesondere kann die Doppel-Zustellvorrichtung 37, 38 nach Fig. 7 so ausgeführt sein, daß den Führungsleisten 35 nicht nur ein Kegelkörper zugeordnet ist, sondern - in gleicher Weise wie für die Leisten 36 - zwei Kegelkörper für die Zustellvorrichtung 37 vorgesehen sind, um eine genaue Parallelausrichtung der Führungsleisten 35 zur Werkzeugachse 11B zu gewährleisten.

Die Verteilung der Honsteine und der Führungsleisten über den Umfang des Honwerkzeuges entspricht auch bei den Ausführungen nach den Fig. 5 und 7 der Darstellung in Fig. 2. Ebenso ist bei allen Ausführungsformen des Honwerkzeuges eine starre Abstützung der Führungsleisten an der Bohrungswandung vorgesehen, beispielsweise durch Beaufschlagen der Zustellvorrichtung mit einem hydraulischen Medium.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Honen von Bohrungen, bei dem die Bohrungswandung an mindestens einem ihrer beiden Enden unter Hub- und Drehbewegungen eines Honsteins aufweisenden Honwerkzeuges vorgehont wird, während das Honwerkzeug außerhalb

des Arbeitsbereiches seiner Honsteine gegen die Bohrungswandung radial starr abgestützt wird, unter Verwendung eines Honwerkzeuges mit am Umfang des Werkzeugkörpers (10; 10A; 10B) verteilt angeordneten Honsteinen (17; 33; 34), die kürzer als der Werkzeugkörper (10; 10A; 10B) und an ihm endseitig angeordnet sind, und die in Richtung auf die Bohrungswandung zustellbar sind, sowie mit den Honsteinen (17; 33; 34) zugeordneten Führungsleisten (25; 35), die sich am Umfang des Werkzeugkörpers (10; 10A; 10B) parallel zur Werkzeugachse (11; 11A; 11B) und mindestens über einen Teil ihrer Länge außerhalb des Arbeitsbereiches der Honsteine (17; 33; 34) erstrecken, und die unabhängig von der Zustellbewegung der Honsteine (17; 33; 34) in Richtung auf die Bohrungswandung zustellbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Ende einer Bohrung, insbesondere einer Sacklochbohrung, vorgehont wird und das Honwerkzeug mindestens oberhalb der am unteren Ende des Werkzeugkörpers (10; 10B) angeordneten Honsteine (17) mittels der Führungsleisten (25; 35) gegen die Bohrungswandung radial starr abgestützt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende einer Bohrung vorgehont wird und das Honwerkzeug mindestens unterhalb der am oberen Ende des Werkzeugkörpers (10A; 10B) angeordneten Honsteine (33; 34) mittels der Führungsleisten (25; 35) gegen die Bohrungswandung radial starr abgestützt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende einer Bohrung vorgehont wird, deren obere Begrenzung in einer zur Bohrungssachse (11A) schräg liegenden Ebene (8) liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende einer Bohrung vorgehont wird, das über den Bohrungsumfang ungleichmäßige Verengungen aufweist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, dessen Führungsleisten (25; 35) eine größere Länge haben als die Honsteine (17; 33; 34), wobei die Länge der Führungsleisten (25; 35) vorzugsweise mindestens das Dreifache der Länge der Honsteine (17; 33; 34) beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, bei dem

sich mindestens einige der Führungsleisten (25) jeweils bis zwischen zwei benachbarte Honsteine (17; 33) erstrecken.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, dessen Honsteine (17; 34) in Parallellage zur Werkzeugachse (11B) radial verschiebbar sind. 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, dessen Honsteine (17; 33) an Schwenkleisten (15; 15A) befestigt sind, die mittels einer Zustellvorrichtung (22; 22A) verschwenkbar sind. 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, dessen Führungsleisten (25; 35), vorzugsweise über ihre ganze Länge, mit einem verschleißfesten Gleitbelag (27; 35A) versehen sind, der vorzugsweise aus abriebfestem Gleitwerkstoff besteht, beispielsweise aus Hartmetall, Grauguß oder Kunststoff. 20
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Vorhonen die Führungsleisten (25) des Honwerkzeuges gegen Honleisten ausgetauscht werden und die Bohrung danach mit dem Honwerkzeug über ihre ganze Länge weiterbearbeitet wird. 25
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, bei dem die Honsteine (17; 33) und die Führungsleisten (25) in gleicher Anzahl vorhanden und über den Umfang des Werkzeugkörpers (10; 10A) abwechselnd gleichmäßig verteilt angeordnet sind. 30
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, unter Verwendung eines Honwerkzeuges, dessen Führungsleisten (25; 35) hydraulisch zustellbar sind. 40

#### Claims

1. Method for honing bores, in which the bore wall is pre-honed at at least one of its two ends under the stroke and rotary movements of a honing tool comprising honing stones, whereas the honing tool is radially rigidly supported against the bore wall outside the working range of its honing stones, using a honing tool with honing stones (17; 33; 34) distributed on the periphery of the tool body (10; 10A; 10B), which honing stones are shorter than the tool body (10; 10A; 10B) and are arranged on the latter on the end side and which can be expanded in the direction of the bore wall, as well as with guide strips (25; 35) associated with the honing stones (17; 33; 34), which guide strips extend on the periphery of the tool body (10; 10A; 10B) parallel to 45

the tool axis (11; 11A; 11B) and at least over part of their length outside the working range of the honing stones (17; 33; 34) and which can be expanded in the direction of the bore wall independently of the infeed movement of the honing stones (17; 33; 34).

2. Method according to Claim 1, characterized in that the lower end of a bore, in particular of a blind bore, is pre-honed and at least above the honing stone (17) located at the lower end of the tool body (10; 10B), the honing tool is supported radially rigidly by means of the guide strips (25; 35) against the bore wall. 15
3. Method according to Claim 1 or 2, characterized in that the upper end of a bore is pre-honed and at least below the honing stones (33; 34) located at the upper end of the tool body (10A; 10B), the honing tool is radially rigidly supported by means of the guide strips (25; 35) against the bore wall. 20
4. Method according to Claim 3, characterized in that the upper end of a bore is pre-honed, whereof the upper boundary lies in a plane (8) lying obliquely with respect to the bore axis (11A). 25
5. Method according to Claim 3 or 4, characterized in that the upper end of a bore is pre-honed, which comprises irregular constrictions over the bore periphery. 30
6. Method according to one of Claims 1 to 5, using a honing tool, whereof the guide strips (25; 35) are longer than the honing stones (17; 33; 34), the length of the guide strips (25; 35) amounting preferably to at least three times the length of the honing stones (17; 33; 34). 35
7. Method according to one of Claims 1 to 6, using a honing tool, in which at least some of the guide strips (25) extend respectively as far as between two adjacent honing stones (17; 33). 40
8. Method according to one of Claims 1 to 7, using a honing tool, whereof the honing stones (17; 34) are radially displaceable in a parallel position with respect to the tool axis (11B). 45
9. Method according to one of Claims 1 to 7, using a honing tool, whereof the honing stones (17; 33) are attached to swinging strips (15; 15A), which are able to swing by means of an infeed device (22; 22A). 50
10. Method according to one of Claims 1 to 9, using a honing tool, whereof the guide strips (25; 35) are provided, preferably over their entire length, with a wear-resistant sliding coating (27; 35A), which preferably consists of abrasion-resistant sliding mate- 55

rial, for example of hard metal, cast iron or synthetic material.

11. Method according to one of Claims 1 to 10, characterized in that after pre-honing, the guide strips (25) of the honing tool are exchanged for honing strips and the bore is then machined further by the honing tool over its entire length.
12. Method according to one of Claims 1 to 11, using a honing tool, in which the honing stones (17; 33) and the guide strips (25) are present in the same number and alternately uniformly distributed over the periphery of the tool body (10; 10A).
13. Method according to one of Claims 1 to 12, using a honing tool, whereof the guide strips (25; 35) can be expanded hydraulically.

#### Revendications

1. Procédé de rodage à la pierre d'alésages, dans lequel la paroi de l'alésage est prérodée à au moins une de ses deux extrémités par des mouvements d'élévation et de rotation d'un rodoir présentant des pierres à roder, tandis que le rodoir est à l'extérieur de la zone de travail de ses pierres à roder, appuyé rigidement radialement contre la paroi de l'alésage, avec utilisation d'un rodoir ayant des pierres à roder (17 ; 33 ; 34) réparties sur le pourtour de son corps (10 ; 10A ; 10B) qui sont plus courtes que ce corps (10 ; 10A ; 10B) et placées en bout sur celui-ci et peuvent être avancées en direction de la paroi de l'alésage, et des lardons de guidage (25 ; 35) associés aux pierres à roder (17 ; 33 ; 34) qui s'étendent sur le pourtour du corps (10 ; 10A ; 10B) du rodoir parallèlement à l'axe (11 ; 11A ; 11B) du rodoir et au moins sur une partie de la longueur de cet axe à l'extérieur de la zone de travail des pierres à roder (17 ; 33 ; 34) et peuvent être avancés en direction de la paroi de l'alésage indépendamment du mouvement d'avance des pierres à roder (17 ; 33 ; 34).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'extrémité inférieure d'un alésage, en particulier d'un alésage de trou borgne, est prérodée et le rodoir est au moins au-dessus des pierres à roder (17) placées à l'extrémité inférieure de son corps (10 ; 10B), appuyé rigidement radialement contre la paroi de l'alésage au moyen des lardons de guidage (25 ; 35).
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'extrémité supérieure d'un alésage est prérodée et le rodoir est, au moins au-dessus des pierres à roder (33 ; 34) placées à l'extrémité supérieure de son corps (10A ; 10B), appuyé rigidement radialement contre la paroi de l'alésage au moyen des lardons de guidage (25 ; 35).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'est prérodée l'extrémité supérieure d'un alésage dont la limite supérieure est située dans un plan (8) incliné par rapport à l'axe (11A) de celui-ci.
5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4 caractérisé par le fait qu'est prérodée l'extrémité supérieure d'un alésage qui est pourvue de rétrécissements non uniformes sur le pourtour de celui-ci.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, avec utilisation d'un rodoir dont les lardons de guidage (25 ; 35) sont plus longs que les pierres à roder (17 ; 33 ; 34), la longueur des lardons de guidage (25 ; 35) étant de préférence au moins le triple de la longueur des pierres à roder (17 ; 33 ; 34).
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, avec utilisation d'un rodoir sur lequel au moins quelques-uns des lardons de guidage (25) s'étendent chacun jusqu'entre deux pierres à roder (17 ; 33) voisines.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, avec utilisation d'un rodoir dont les pierres à roder (17 ; 34) sont mobiles radialement en position parallèle à l'axe (11B) de celui-ci.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, avec utilisation d'un rodoir dont les pierres à roder (17 ; 33) sont fixées à des lardons basculants (15 ; 15A) qui peuvent être basculés au moyen d'un dispositif d'avance (22 ; 22A).
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, avec utilisation d'un rodoir dont les lardons de guidage (25 ; 35) sont pourvus de préférence sur toute leur longueur d'un revêtement de glissement résistant à l'usure (27 ; 35A) qui est constitué de préférence d'un matériau de glissement résistant à l'abrasion, par exemple métal dur, fonte grise ou plastique.
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait qu'après le prérodage, les lardons de guidage (25) du rodoir sont remplacés par des bâtons rodoirs et le travail de l'alésage est ensuite poursuivi sur toute sa longueur avec le rodoir.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, avec utilisation d'un rodoir sur lequel les pierres à roder (17 ; 33) et les lardons de guidage (25) sont en nombre égal et uniformément répartis, en alternance, sur le pourtour du corps (10 ; 10A) de celui-ci.
13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12,

avec utilisation d'un rodoir dont les lardons de guidage (25 ; 35) peuvent être avancés par voie hydraulique.

5

10

15

20

25

30

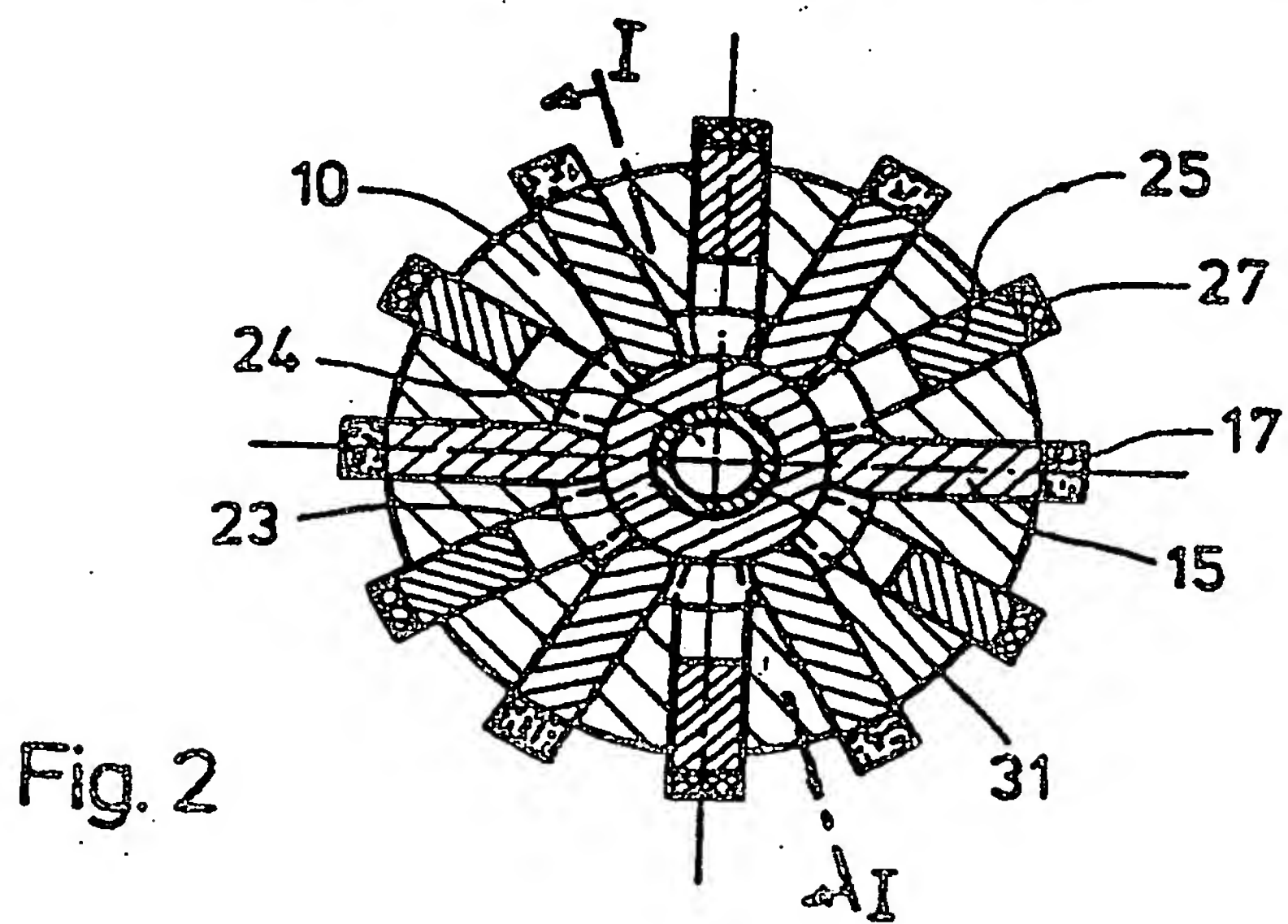
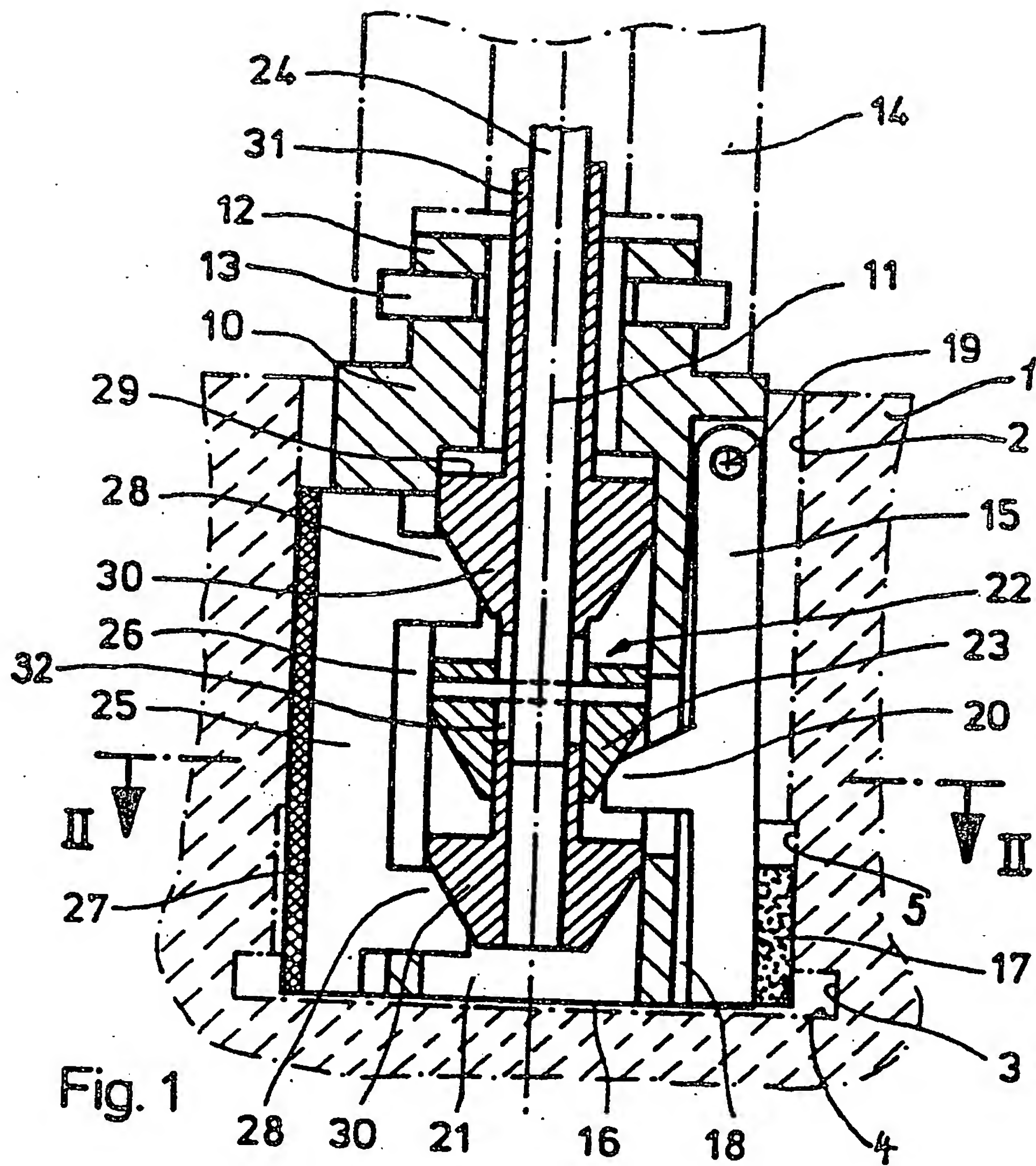
35

40

45

50

55



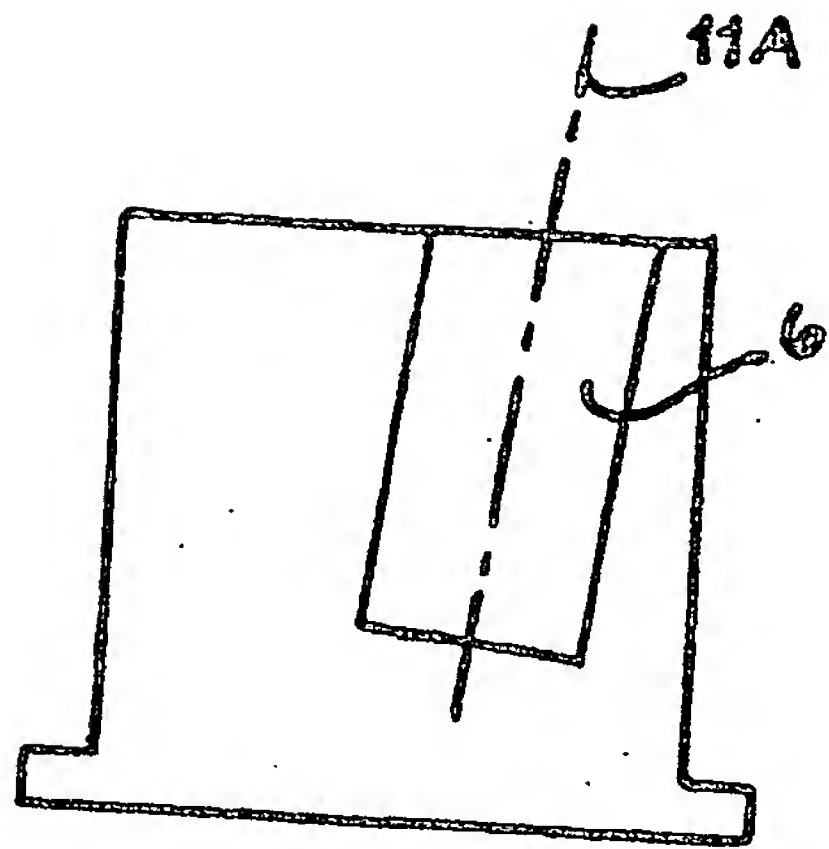


Fig. 3

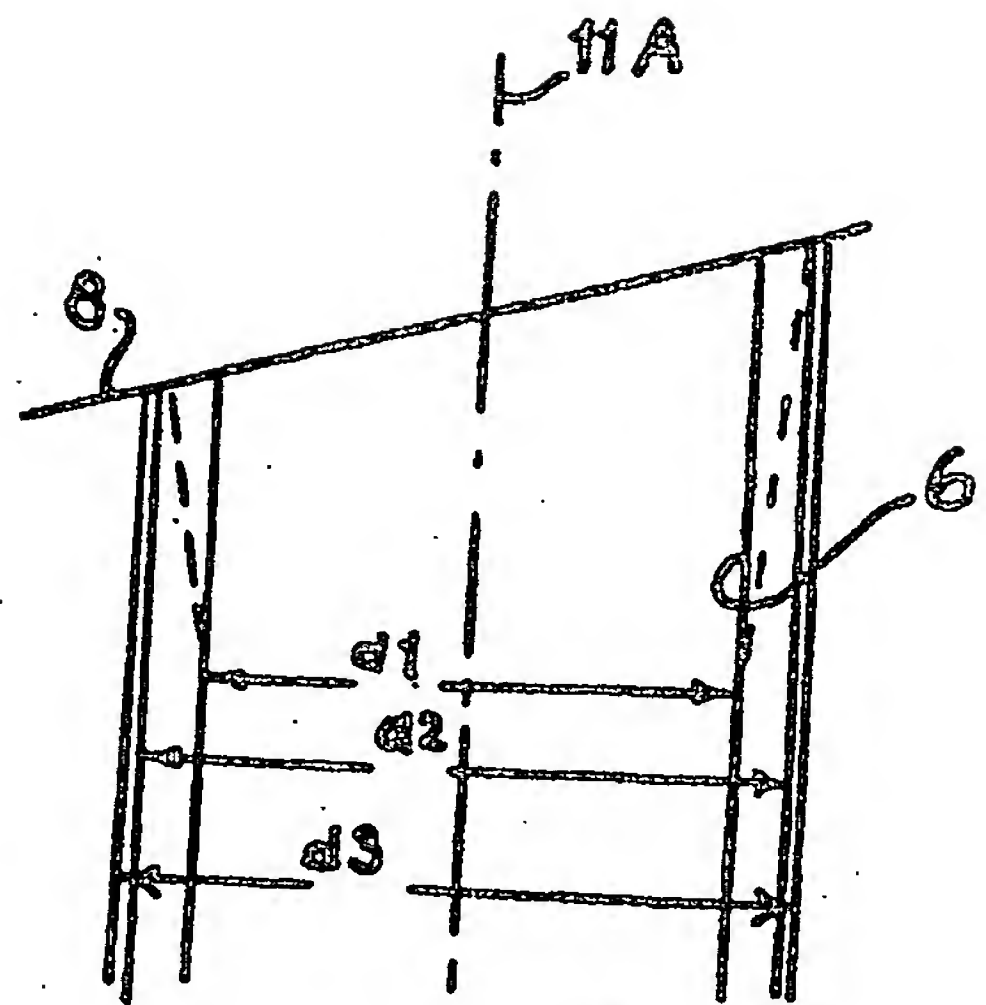


Fig. 4

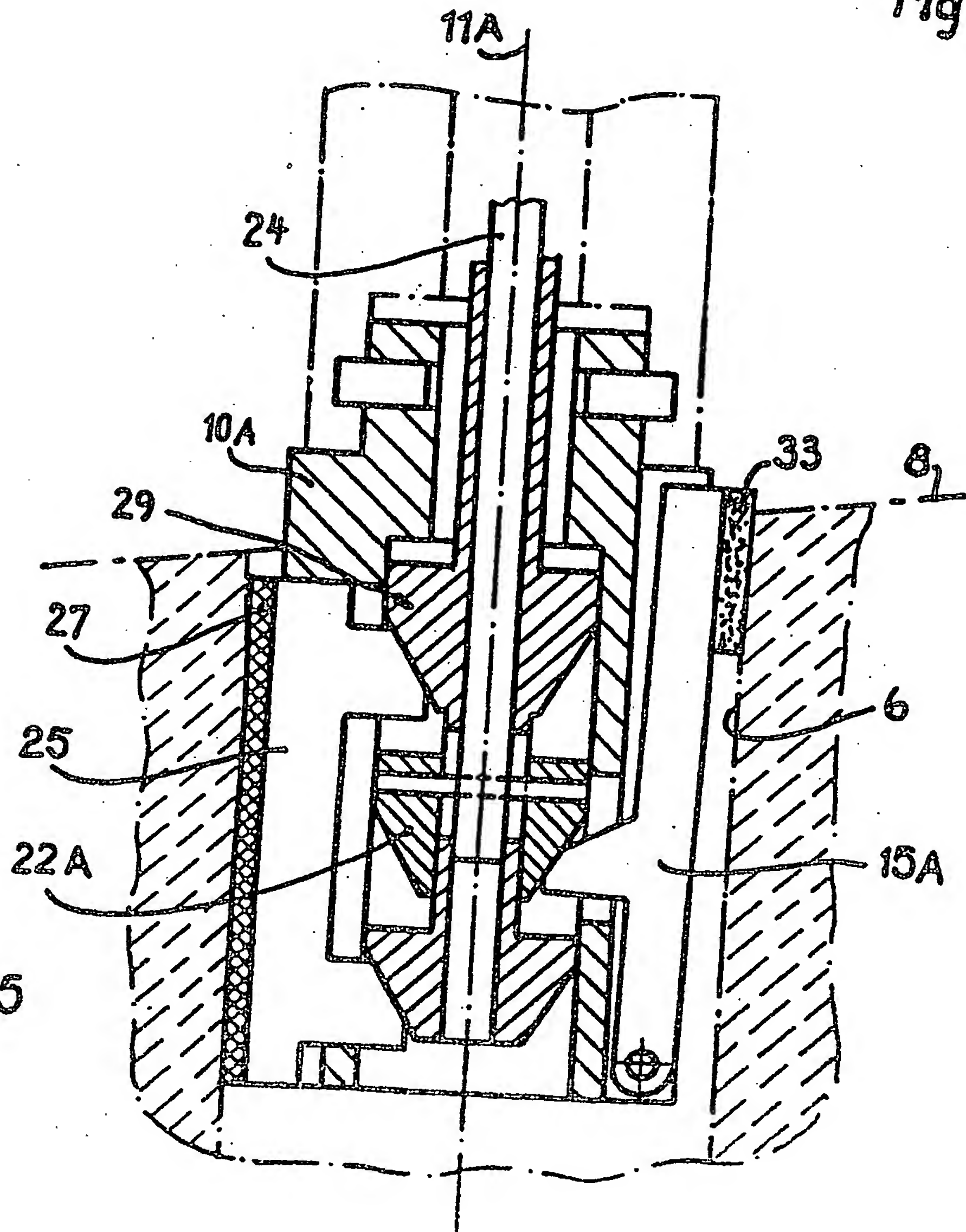
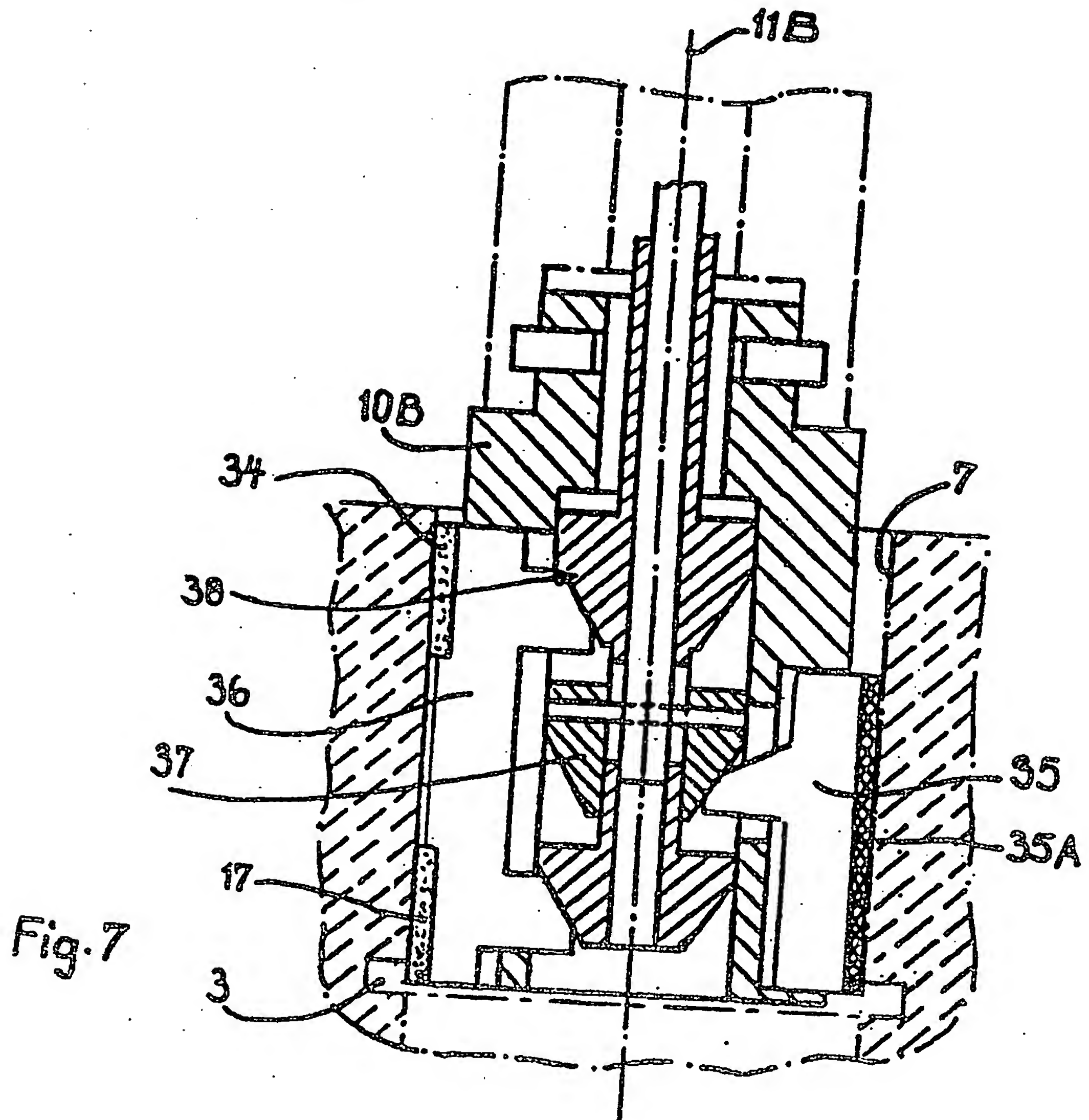
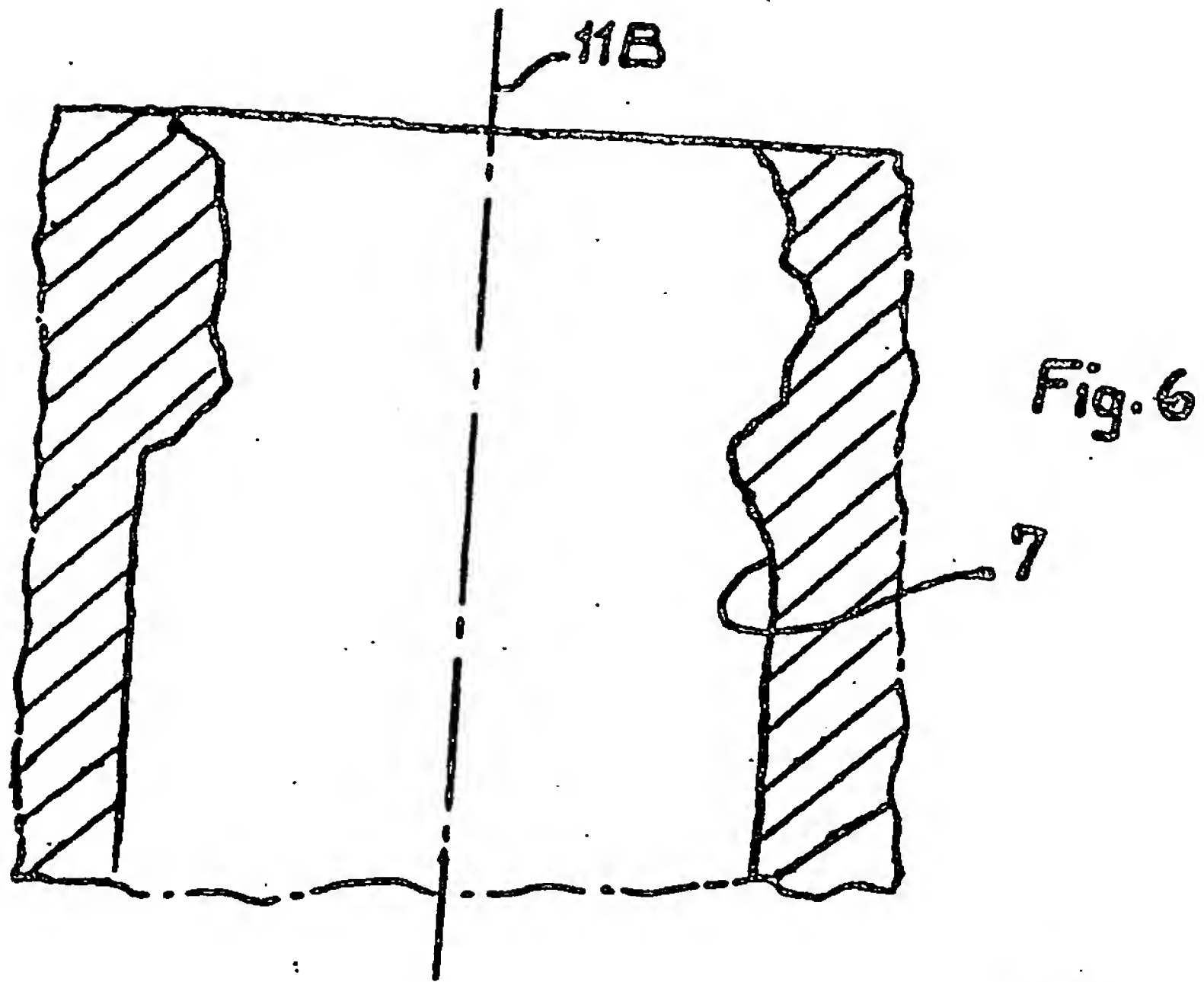


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**